

既設橋梁高力ボルト残存軸力の実態調査

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○笹谷 直央  
 京都大学大学院工学研究科 正会員 杉浦 邦征  
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 山口 隆司

瀧上工業株式会社 正会員 飯田 哲也  
 国土交通省近畿地方整備局 道路部 非会員 吉津 宏夫  
 国土交通省近畿地方整備局 道路部 非会員 森田 啓司

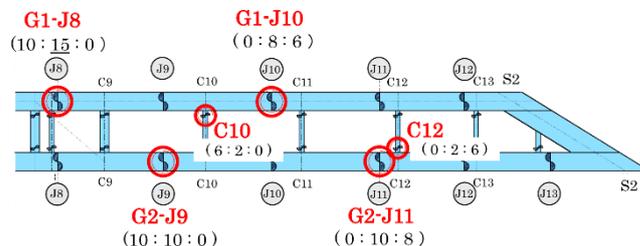
1. 研究背景および目的

高力ボルト摩擦接合継手におけるボルト軸力管理は、鋼構造物の安全性の1つの指標とされている。高力ボルトは締め付け直後からリラクゼーションによる軸力低下が想定されるため、ボルト締め付け時には設計軸力に対して10%の増し締めを行い、軸力低下を補完している。しかし、既往研究<sup>1)</sup>から、長期併用下において、設計軸力を満たさないものも存在していることが分かった。これより、既設橋梁の高力ボルト残存軸力を、橋梁形式や継手におけるボルトサンプリング位置等と合わせて調査し、軸力低下の原因や傾向を調査する必要がある。

本研究では、供用31年のI橋において、残存軸力測定を行った結果を報告する。その後、ボルトの表面観察やさび厚の計測を実施し、残存軸力との関係を考察した。

2. 既設橋梁の残存ボルト軸力

調査対象ボルトのサンプリング位置と本数を図-1に示す。対象橋梁は、2径間連続2主箱桁橋で、橋長は約



サンプリング本数 (左ウェブ: 下フランジ: 右ウェブ)  
 下線は首下長さ75mm, それ以外は70mm

図-1 I橋におけるボルトサンプリング位置と本数

140mである。本研究では主桁の継手4箇所と横桁の継手2箇所のウェブと下フランジの残存軸力を測定した。ボルトはいずれもM22-F10T高力六角ボルトであり、首下長さ70mmが68本、75mmが25本の、合計93本である。測定手順は既往研究<sup>1)</sup>と同様で、締結時の頭部にひずみゲージを貼り、その時のひずみを測定し、ボルトを抜き取る。ボルトを実験室に持ち帰り、締結時と同じひずみ状態を油圧ジャッキの引張力によって再現し、その時の力を残存軸力とする。

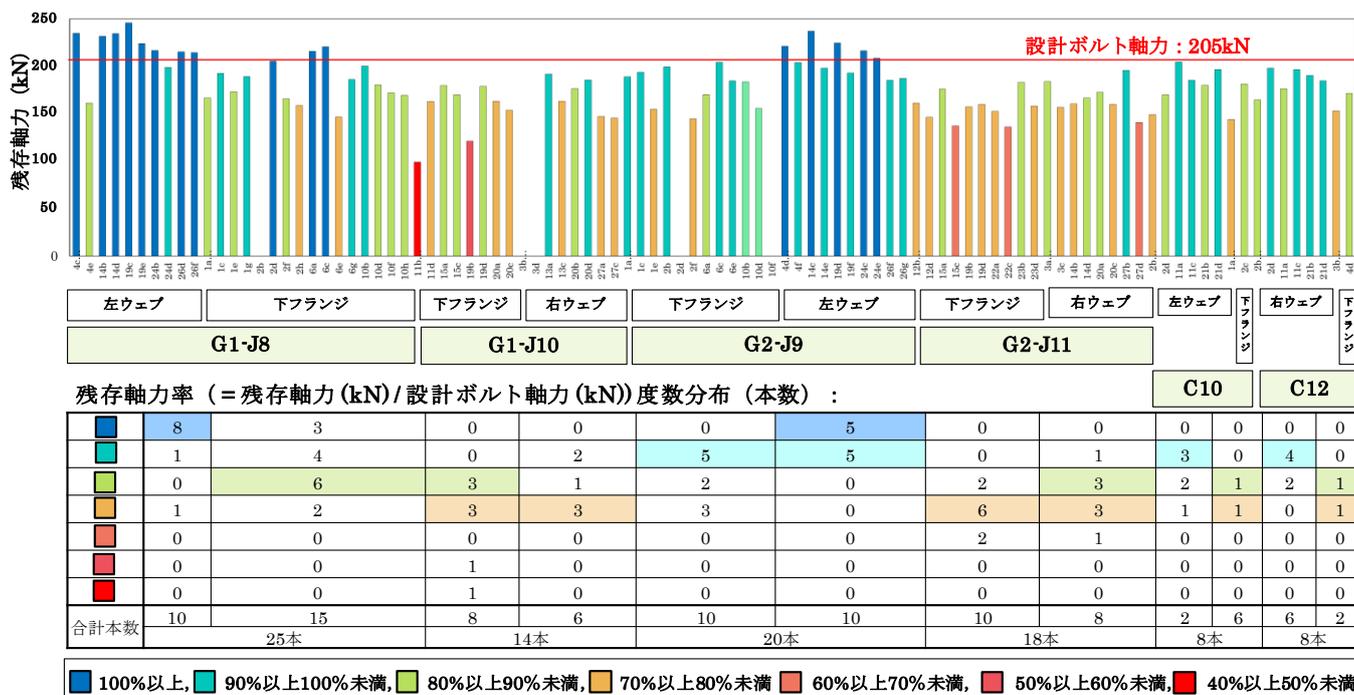


図-2 残存軸力測定結果

キーワード 高力ボルト, 残存軸力, さび厚

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 TEL: 075-383-3162

表-1 残存軸力率の整理

残存軸力率	ウェブ		フランジ		計	
	N	%	N	%	N	%
100%以上	13	28%	3	6%	16	17%
90~100%	16	35%	9	19%	25	27%
80~90%	8	17%	15	32%	23	25%
70~80%	8	17%	16	34%	24	26%
60~70%	1	2%	2	4%	3	3%
50~60%	0	0%	1	2%	1	1%
40~50%	0	0%	1	2%	1	1%
計	46	100%	47	100%	93	1

残存軸力測定結果を図-2に、残存軸力率（設計ボルト軸力に対する残存軸力の百分率）について、整理した結果を表-1に示す。残存軸力率100%以上の割合は、ウェブで3割弱、フランジで1割未満であることが分かり、I橋のボルトには、設計ボルト軸力(205kN)より低下しているものが多く存在すると確認できる。残存軸力率は、70%以上から80%未満のものが最も多く、同じ継手内でもウェブよりフランジの方が残存軸力が低い傾向にある。

また、継手によって残存軸力率が大きく異なっていることも分かり、主桁においては、同じウェブでも、左ウェブよりも右ウェブの方が残存軸力率は小さいと分かる。

### 3. ボルトの表面観察

軸力評価後のボルトの目視での観察を行った。橋梁からサンプリングしたボルトの一部を図-3に示す。目視観察により、両継手を比較すると、ウェブのボルトに比べ、下フランジのボルトにヘッド側面と軸部の両方でさびが進展していることが観察された。これは、雨などの水分が下フランジに溜まることにより、ボルトが腐食しやすい環境が発生したためと考えられる。

下フランジのボルトを比べると、どちらも腐食の進展が進んでいるが、G2-J9のボルトが80%程度の軸力低下を生じているのに対し、G1-J8ボルトは、設計ボルト軸力程度の残存軸力が計測されている。今回観察されたボルト軸部の腐食は、残存軸力の低下に必ずしも影響しているわけではないと考えられる。

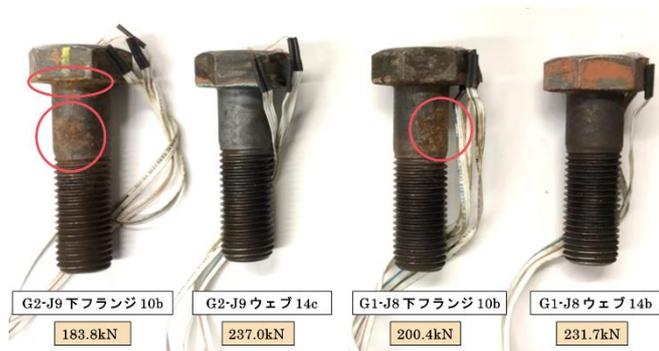


図-3 サンプリングボルト  
さびの発生箇所へ赤丸

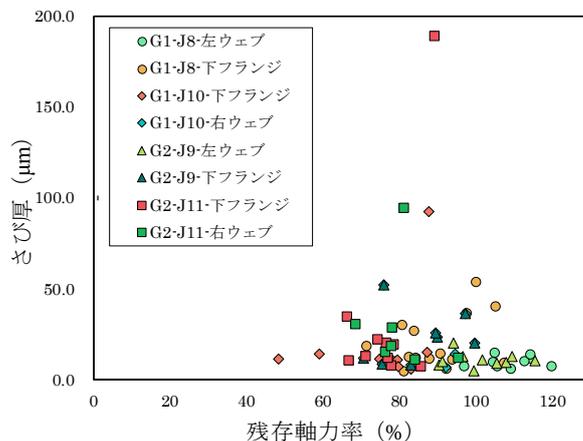


図-4 残存軸力率とさび厚の関係

### 4. 残存軸力率とさび厚の関係

残存軸力と腐食の関係を更に考察するため、ボルト軸部のさび厚を塗膜計により計測した。結果を図-4に示す。縦軸がさび厚(μm)、横軸が残存軸力率(%)を示している。これより、残存軸力率が設計ボルト軸力を超えているものは、さび厚が小さいことが読み取れる。また、同じ継手内では、ウェブよりも、下フランジのボルトのさび厚が小さい傾向にある。しかし、残存軸力率が70%以下となっているボルトにも、さび厚が小さいものもあるため、残存軸力とさび厚に必ずしも相関があるとはいえない。今後も継続して調査が必要である。

### 5. まとめ

本調査では供用から31年が経過した2径間連続2主桁桁橋のM22-F10T高力ボルトの残存軸力を測定した。

- (1) 残存軸力率は70%以上80%未満となっているものが多く、設計ボルト軸力を満たさないものもあった。
- (2) 継手によって残存軸力率の傾向は異なり、同一継手内ではウェブよりフランジの低下率が大きい。
- (3) ボルトの目視観察では、ウェブと比較して、下フランジのボルトのさびが顕著であったが、残存軸力率とさび厚に必ずしも相関があるとはいえない。今後更なる検討が必要である。

また今回、既設橋梁におけるボルトの軸力低下が見受けられたが、摩擦接合継手の健全度評価はすべり耐力により評価する必要がある。よって軸力低下が必ずしも継手の性能に直結するわけではない。しかし、更に軸力の実態を調査していく必要がある。

#### 参考文献：

- 1) 辻田ら：既設高力ボルトの軸力測定と測定のばらつきについて、平成30年度土木学会全国大会 第73回年次学術講演会、I-213、2018